เอกสารอ้างอิง

1. **ปัญหาสิ่งแวดล้อมจากขยะมูลฝอย** [Online], Available: http://www.pcd.go.th/info_serv /waste _rubbish.htm , [2010, July 5].

2. จตุพร วุฒิกนกกาญจน์, ณรงค์ฤทธิ์ สมบัติสมภพ, ณรงค์ชัย โอเจริญ, เจษฎา วงษ์อ่อน, สิริอร อิศรางกูล ณ อยุธยา, อภิสิทธิ์ โฆษิตชัยยงค์, 2009, **การพัฒนาฟิล์มบรรจุภัณฑ์ย่อยสลายได้จากพอลิแลกติกแอซิด**, รายงานฉบับสมบูรณ์ สถาบันวิจัยและเทคโนโลยี ปตท., หน้า 1-51.

3. **ความสำคัญของพลาสติกชีวภาพ** [Online], Available: http://www.positioningmag.com /prnews/prnews.aspx?id=67160 [2010, July 5].

4. Zhang, J.F., Sun, X., 2004, "Mechanical Properties of Poly(lactic acid)/Starch Composites Compatibilized by Maleic Anhydride", **Biomacromolecules**, Vol. 5, pp. 1446-1451.

5. Jang, W.Y., Shin, B.Y., Lee, T.J., Narayan, R., 2007, "Thermal Properties and Morphology of Biodegradable PLA/Starch Compatibilized Blends", **Journal of Industrial and Engineering Chemistry,** Vol. 13, Issue3, pp. 457-464.

6. Shin. B.Y., Jang, S.H., Kim, B.S., 2011, "Thermal, Morphological, and Mechanical Properties of Biobased and Biodegradable Blends of Poly(lactic acid) and Chemically Modified ThermoplasticStarch" **Polymer Engineering and Science**, Vol. 51, pp. 826-834.

7. Huneault, M. A., Li, H., 2006, "Morphology and properties of compatibilized polylactide/ thermoplastic starch blends", **Polymer**,Vol. 48, pp. 270-280.

8. Ren, J., Fu, H., Ren, T., Yuan, W., 2009, "Preparation characterization and properties of binary and ternary blends with thermoplastic starch, poly(lactic acid) and poly(butylenes adipate-co-terephthalate) ", **Carbohydrate Polymers**, Vol. 77, pp. 576-582.

9. Chen, L., Qiu, X., Xie, Z., Hong, Z., Sun, J., Chen, X., Jing, X., 2006, "Poly (l-lactide)/starchblends compatibilized with poly(l-lactide)-*g*-starch copolymer", **Carbohydrate Polymers**, Vol.65, pp 75-80.

10. Liao, H.D., Wu, C.S., 2009, "Preparation and characterization of ternary blends composed of polylactide, poly(ε -carprolactone) and starch", **Materials Science and Engineering A**, Vol. 515, pp. 207-214.

11. Guan, J., Eskridge, K., Hanna, M.A., 2005, "Acetylated starch-polylactic acid loose-fill packaging materials", **Industrial Crops and Products**, Vol. 22, pp. 109-123.

12. Miladinov, V.D., Hanna, M.A., 2000, "Starch esterification by reactive extrusion", **Industrial Crops and Products**, Vol. **11, pp.** 51–57.

13. Jiang, W., Qiao, X., Sun, k., 2006, "Mechanical and thermal properties of thermoplastic acetylated starch/poly(ethylene-co-vinyl alcohol) blends", **Carbohydrate Polymers,** Vol. 65, pp.139-143.

14. Thakore, I.M., Desai, S., Sarawade, B.D., Devi, S., 2001, "Studies on biodegradability, morphology and thermomechanical properties of LDPE/modified starch blends", **European Polymer Journal,** Vol. 37, pp. 151-160.

15. Raquez, J.M., Nabar, Y., Srinivasan, M., Shin, B.Y., Narayan, R., Dubois, P., 2008, "Maleated thermoplastic starch by reactive extrusion", **Carbohydrate Polymers,** Vol. 74, pp. 159-169.

16. Raquez, J.M., Nabar, Y., Narayan, R., Dubois, P., 2008, "In Situ Compatibilization of Maleated Thermoplastic Starch/Polyester Melt-Blends by Reactive Extrusion", **Polymer Engineering and Science,** Vol. 48, pp. 1747-1754.

17. **พลาสติกย่อยสลายได้เพื่อสิ่งแวดล้อม** [Online], Available: http://www.tbia.or.th /en/post.php?post_id=15 [2011, August 20].

18. **พลาสติกย่อยสลายได้ทางชีวภาพ** [Online], Available: http://siweb.dss.go.th/repack/fulltext /IR12.pdf [2011, July 5].

19. Smith, R., 2005, **Biodegradable polymers for Industrial applications**, Woodhead Publishing Ltd., Cambridge, pp. 251-281.

20. Gruber, P. and O' Brien, M., 2004, **Biopolymers**, 5th ed., Alexander Steinbuchel., Wiley InterScience, pp. 235-239.

21. **ทิศทางแนวโน้มในอุตสาหกรรมพลาสติกชีวภาพไทย** [Online], Available: http://www.ttc.most.go.th/stvolunteer/scitalk/bioplastic_direction.pdf [2010, July 28].

22. Andrady, A., 2003, **Plastics & the Environment**, John Wiley & Sons, Inc., New Jersey, pp. 367-369.

23. **Polylactic Acid** [Online], Available: http://www.matbase.com/material/polymers/ polymers/agrobased/polylactic-acid-pla/properties [2010, August 9].

24. Kolstad, J. J., 1996. "Crystallization Kinetics of Poly(L-lactide-co-meso-lactide)", **Journal of Applied Polymer Science**, Vol. 62, pp. 1079-1091.

25. กล้าณรงค์ ศรีรอต และเกื้อกูล ปิยะจอมขวัญ, 2000, **เทคโนโลยีแป้ง**, พิมพ์ครั้งที่ 2, สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, หน้า 38 – 59.

26. **เคมีและสมบัติของแป้ง** [Online], Available: http://eu.lib.kmutt.ac.th/elearning/Courseware /BCT611/chapter2.html [2010, July 6].

27. พักตร์ประไพ ประจำเมือง และวิชัย ลีลาวัชรมาศ, 2003, "เอนไซม์ที่เกี่ยวข้องกับการย่อยแป้ง", **วารสารศูนย์บริการวิชาการ**, พิมพ์ครั้งที่ 4, หน้า 29.

28. Belgacem, M. N., Gandini, A., 2008, **Monomers, Polymer and Composites from Renewable Resources**, Elsevier Ltd, pp.328 – 337.

29. Bertolini, A.C., 2010, **Starches Characterization, Properties, and Applications**, Taylor & Francis Group, Newyork, pp. 145 – 204.

30. Dedecker, K., Groeninckx, G. 1998, " Reactive compatibilized polymer blends : interfacial chemical reactions during melt-extrusion", **Pure and Applied Chemistry**, Vol.70, pp. 1289-1923.

31. Paul, D.R., Bucknall, C.B., 2000, **Polymer Blends : Formulation**, John Wiley & Sons, Inc., U.S.A., pp. 417–459.

32. ธนาวดี ลี้จากภัย, 2006, **พลาสติกย่อยสลายได้เพื่อสิ่งแวดล้อม**, พิมพ์ครั้งที่ 1, บริษัทไทย-เอฟเฟคท์สตูดิโอ จำกัด, หน้า 9-15.

33. **Transformations of phenolic antioxidants during the inhibited oxidation of polymers** [Online], Available: http://www.iupac.org/publications/pac/pdf/1973/pdf/3601x0207.pdf [2011, October 10].

34. **Utilization of compatibilization and restabilization methods in the recycling of commingled municipal plastic waste** [Online], Available: http://is.muni.cz/th/22738/prif_d/Sharbel-DisFin22-07_1_.pdf [2011, October 11].

35. **In vitro hydrolytic degradation of PCL film** [Online], Available: http://scholarbank.nus.edu.sg/bitstream/handle/10635/16463/Chapter_5_In_Vitro_Deg._final_A.pdf?sequence=6 [2011, October 13].

36. **Addition polymerization** [Online], Available: http://www.materialsworldmodules.org/resources/polimarization/3-addition.html [2011, October 12].

37. **Peroxide crosslinking reactions of polymers** [Online], Available: http://www.iupac.org/publications/pac/pdf/1972/pdf/3001x0173.pdf [2011, October 14].

38. **Organic peroxides** [Online], Available: http://www.micchem.com/products/OrganicOrganicPeroxide.htm [2010, August 12].

39. **Organic peroxides – crosslinking** [Online], Available: http://www.arkema-inc.com/index.cfm?pag=409 [2010, August 12].

40. **Luperox® Organic peroxides** [Online], Available: http://www.arkema.com/pdf/FR/products/peroxyde_orga/LUPEROX_cross%20linking.pdf [2010, August 15].

41. **Organic peroxides - hazards** [Online], Available: http://www.ccohs.ca/oshanswers/chemicals/organic/organic_peroxide.html#_1_2 [2011, October 14].

42. **พลาสติไซเซอร์** [Online], Available: http://webdb.dmsc.moph.go.th/ifc_toxic/a_tx_2_001c.asp?info_id=146 [2011, October 15].

43. อรอุษา สรวารี, 2546, **สารเติมแต่งพอลิเมอร์**, พิมพ์ครั้งที่ 1, โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, หน้า 107-150.

44. **Classification of plasticizers** [Online], Available: http://formulation. vinensia.com/2011/08/classification-of-plasticizers.html [2011, October 17]

45. **Modification and blending of synthetic and natural macromolecules** [Online], Available: http://books.google.co.th/books?id=o4VdwAqWgUQC&pg=PA172&lpg=PA172&dq=PCL-b-PS+compatibilizer&source=bl&ots=P363JRKnJs&sig=UV7a2aN6YVpHgVPadPlMkrp0eGE&hl=th&ei=OOKbTuGBKoTQrQf54YCjBA&sa=X&oi=book_result&

ct=result&resnum=1&ved=0CCQQ6AEwAA#v=onepage&q=PCL-b-PS%20compatibilize rmpatibilizer&f=false [2011, October 2].

46. Jo, W.O., Lee, C.D., 1996, " Reactive Preparation of functionalized polystyrene by reactive extrusion and its blend with polyamide 6", **Polymer**, Vol. 37, pp. 1709-1714.

47. **Typical film properties of Ecoflex®, Ecovio® and LDPE** [Online], Available: http://www.packaging.basf.com/p02/Packaging/en/function:pi:/wa/plasticsEU~en_GB/function/conversions/publish/common/upload/biodegradable_plastics/Ecoflex_Brochure.pdf [2010, August 22].

48. **ราคาเม็ดพลาสติกรายเดือน** [Online], Available: http://www.tpia.org/stat/graphindex.asp?chk=1 [2010, August 23].

49. **Biodegradable polymer** [Online], Available: http://books.google.co.th/books?id=Jtt2MFkYiP0C&pg=PA1964&lpg=PA1964&lpg=PA1964&dq=price+ecoflex+polymer&source=bl&ots=NBSTVaOs93&sig=kqTG7eCPOL2zQr38vPK0gIfh_jA&hl=th&ei=VnNyTL_WM5SrcZvQ0K4N&sa=X&oi=book_result&ct=result&resnum=5&ved=0CDQQ6AEwBA#v=onepage&q=price%20ecoflex%20polymer&f=false [2010, August 23].

50. **Innovation in bio-materials for industry** [Online], Available: http://www.welshcomposites.co.uk/downloads/biopolymer%20presentation.pdf [2010, August 23].

51. Averous, L., Moro, L., Dole, P., Fringant, C., 2000, " Properties of thermoplastic blends : starch – polycaprolactone ", **Polymer**, Vol.41, pp. 4164.

52. George, P.S, 2003, **Polymer Characterization Techniques and Their Application to Blends**, American Chemical Society., U.S.A., pp. 165-173.

ภาคผนวก ก.

การทำ Curve Fitting และการคำนวณความสัมพันธ์ในเชิงสัดส่วน พื้นที่ใต้พีคของสเปคตรัม FTIR ของ TPS และ MTPS

การทำ curve fitting เป็นการลากเส้นฐาน (based line) เชื่อมต่อกันในตำแหน่งของพีคที่ต้องการทราบค่าพื้นที่ใต้พีคดังกล่าว โดยเมื่อลากเส้นประที่ตัดกับเส้นฐานลงมาตัดแกน X จะได้ค่าของช่วงเลขคลื่น (แทนตัวแปรเป็น W) และเมื่อลากเส้นประที่ตัดกับเส้นฐานไปตัดกับแกน Y จะได้ค่าของช่วงการส่องผ่านของแสง (แทนตัวแปรเป็น I) จากนั้นทำการคำนวณหาพื้นที่ใต้พีคด้วยสมการ Area = w/2 × I [52]

1. การคำนวณความสัมพันธ์ในเชิงสัดส่วนของพื้นที่ใต้พีค TPS

- คำนวณในตำแหน่งของพีค O-H stretch (3200-3400 cm^{-1})

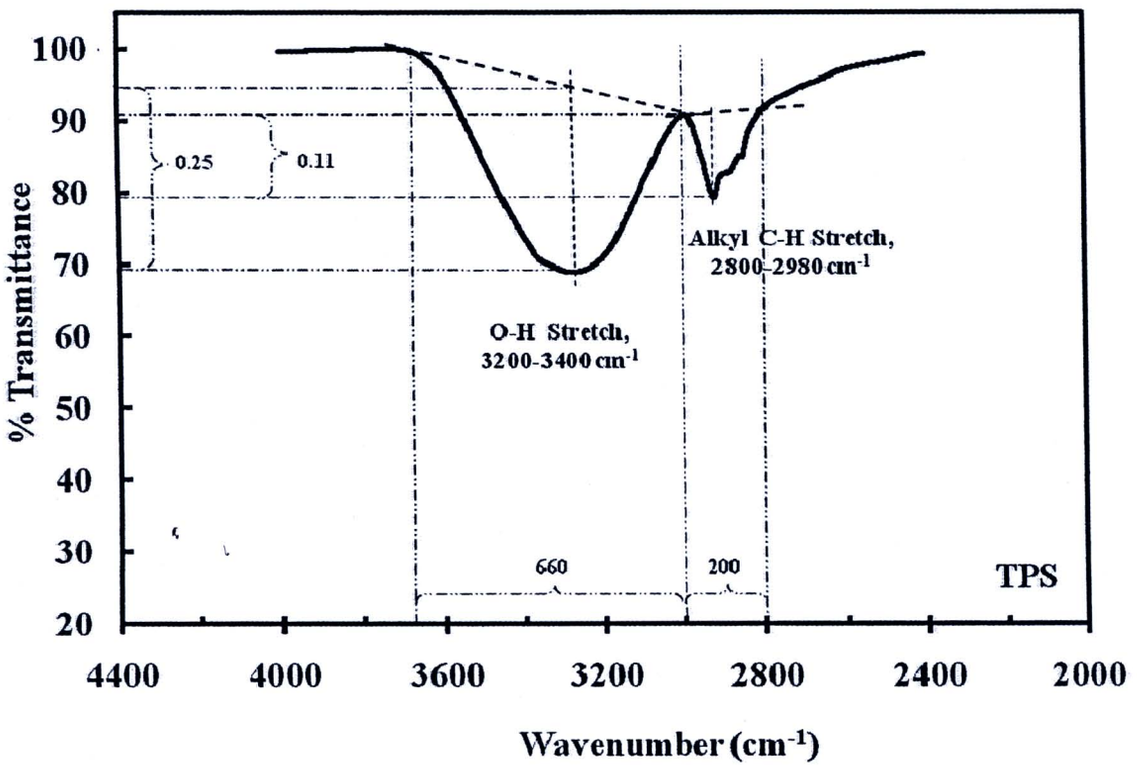
w	≈	3660 – 3000	≈	660
w/2	≈	660/2	≈	330
I	≈	0.94 – 0.69	≈	0.25
พื้นที่	≈	330 × 0.25	≈	82.5

- คำนวณในตำแหน่งของพีค Alkyl C-H stretch (2800-2980 cm^{-1})

w	≈	3000 – 2800	≈	200
w/2	≈	200/2	≈	100
I	≈	0.91 – 0.80	≈	0.11
พื้นที่	≈	100 × 0.11	≈	11

- คำนวณหาความสัมพันธ์ในเชิงสัดส่วนของค่าพื้นที่ใต้พีคที่มีการเปลี่ยนแปลง (O-H Stretch) กับพื้นที่ใต้พีคที่ไม่มีการเปลี่ยนแปลง (Alkyl C-H Stretch)

$$\frac{\text{พื้นที่ใต้พีค OH-Stretch}}{\text{พื้นที่ใต้พีค Alkyl CH-Stretch}} \approx \frac{82.5}{11} \approx 7.5$$



รูปที่ ก.1 สเปคตรัม FTIR ของ TPS บริเวณตำแหน่ง O-H Stretch และ Alkyl C-H Stretch

2. การคำนวณความสัมพันธ์ในเชิงสัดส่วนของพื้นที่ใต้พีค MTPS-2.5

- คำนวณในตำแหน่งของพีค O-H stretch (3200-3400 cm^{-1})

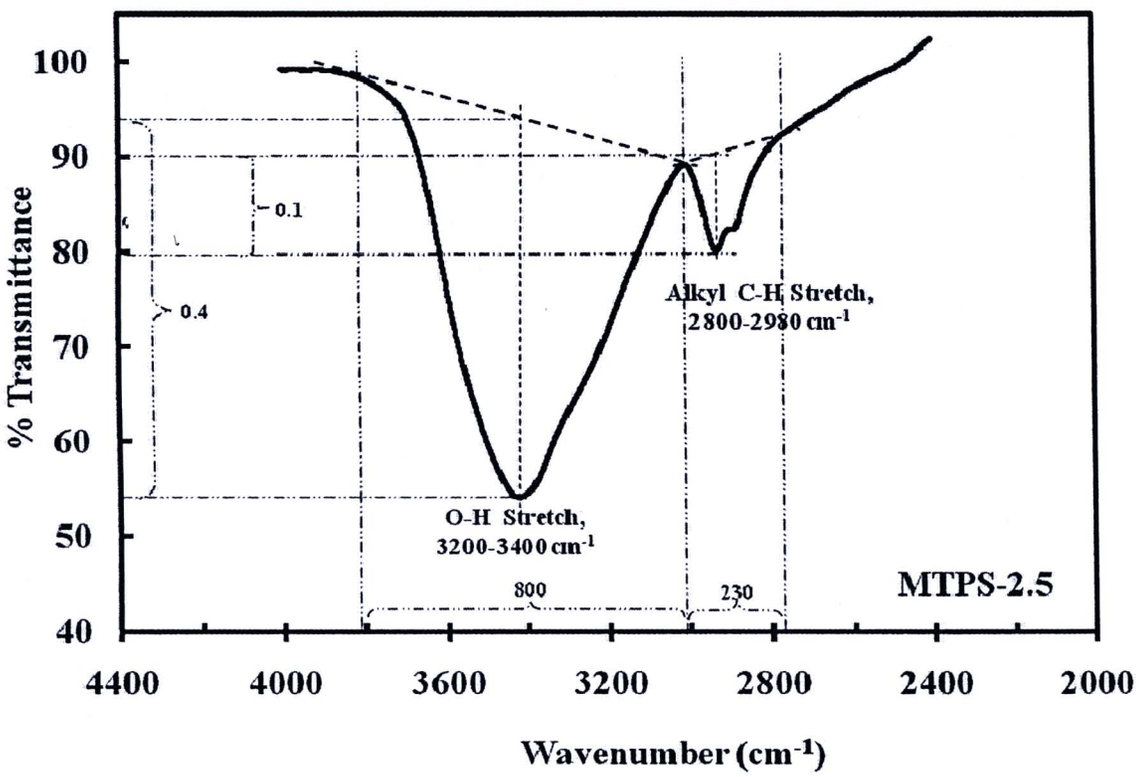
w	≈	3810 – 3010	≈	800
w/2	≈	800/2	≈	400
I	≈	0.94 – 0.54	≈	0.40
พื้นที่	≈	400 × 0.40	≈	160

- คำนวณในตำแหน่งของพีค Alkyl C-H stretch (2800-2980 cm^{-1})

w	≈	3010 – 2780	≈	230
w/2	≈	230/2	≈	115
I	≈	0.90 – 0.80	≈	0.10
พื้นที่	≈	115 × 0.10	≈	11.5

- คำนวณหาความสัมพันธ์ในเชิงสัดส่วนของค่าพื้นที่ใต้พีคที่มีการเปลี่ยนแปลง (O-H Stretch) กับพื้นที่ใต้พีคที่ไม่มีการเปลี่ยนแปลง (Alkyl C-H Stretch)

$$\frac{\text{พื้นที่ใต้พีค OH-Stretch}}{\text{พื้นที่ใต้พีค Alkyl CH-Stretch}} \approx \frac{160}{11.5} \approx 13.9$$



รูปที่ ก.2 สเปคตรัม FTIR ของ MTPS-2.5 บริเวณตำแหน่ง O-H Stretch และ Alkyl C-H Stretch

3. การคำนวณความสัมพันธ์ในเชิงสัดส่วนของพื้นที่ใต้พีค MTPS-10.0

- คำนวณในตำแหน่งของพีค O-H stretch (3200-3400 cm^{-1})

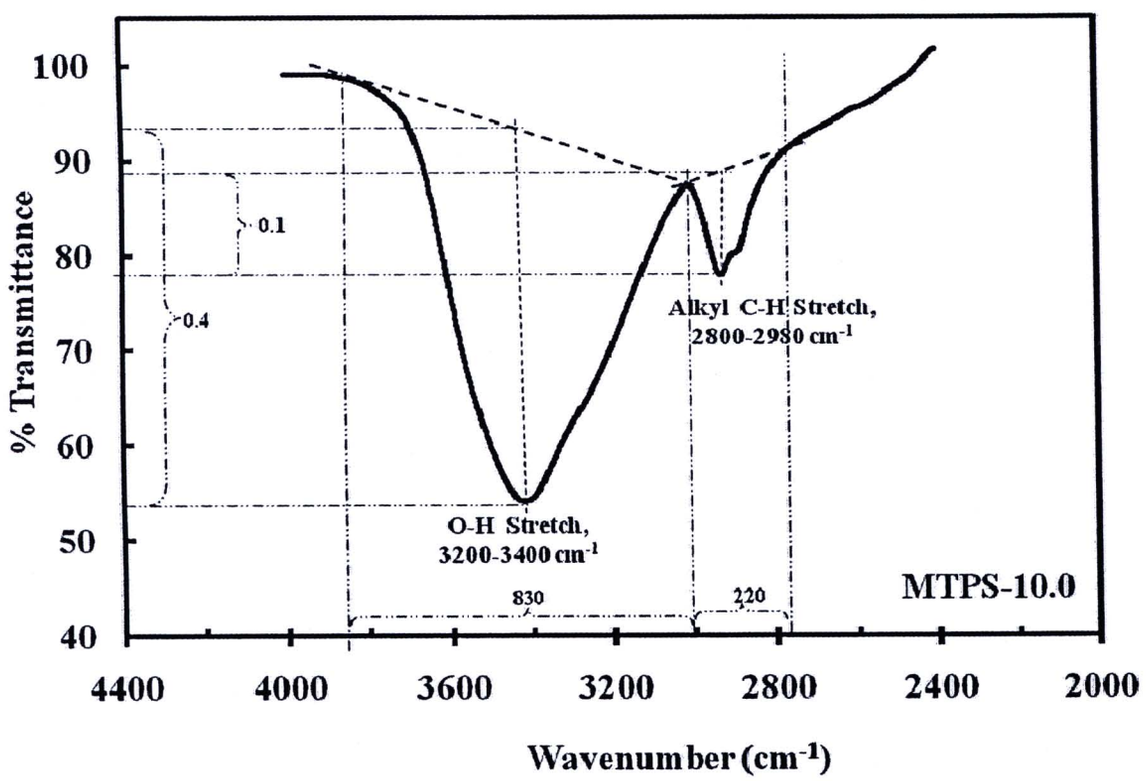
w	≈	3830 – 3000	≈	830
w/2	≈	830/2	≈	415
I	≈	0.95 – 0.55	≈	0.40
พื้นที่	≈	415 × 0.40	≈	166

- คำนวณในตำแหน่งของพีค Alkyl C-H stretch (2800-2980 cm^{-1})

w	≈	3000 – 2780	≈	220
w/2	≈	220/2	≈	110
I	≈	0.88 – 0.78	≈	0.10
พื้นที่	≈	110 × 0.10	≈	11

- คำนวณหาความสัมพันธ์ในเชิงสัดส่วนของค่าพื้นที่ใต้พีคที่มีการเปลี่ยนแปลง (O-H Stretch) กับพื้นที่ใต้พีคที่ไม่มีการเปลี่ยนแปลง (Alkyl C-H Stretch)

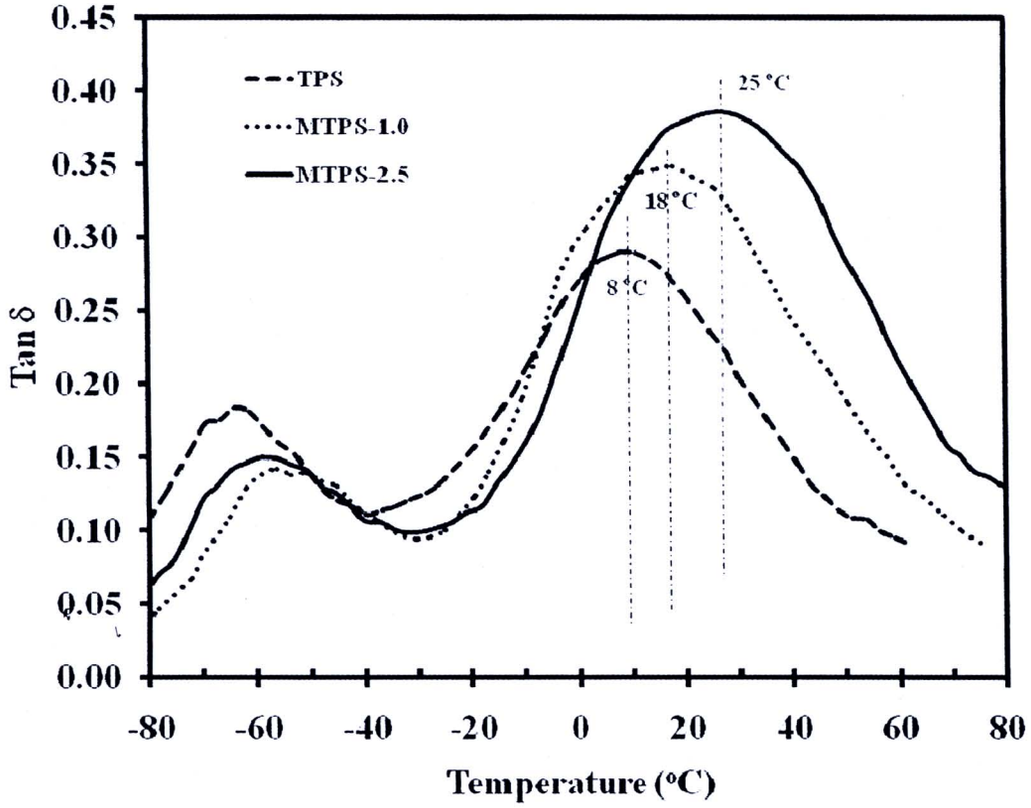
$$\frac{\text{พื้นที่ใต้พีค OH-Stretch}}{\text{พื้นที่ใต้พีค Alkyl CH-Stretch}} \approx \frac{166}{11} \approx 15.09$$



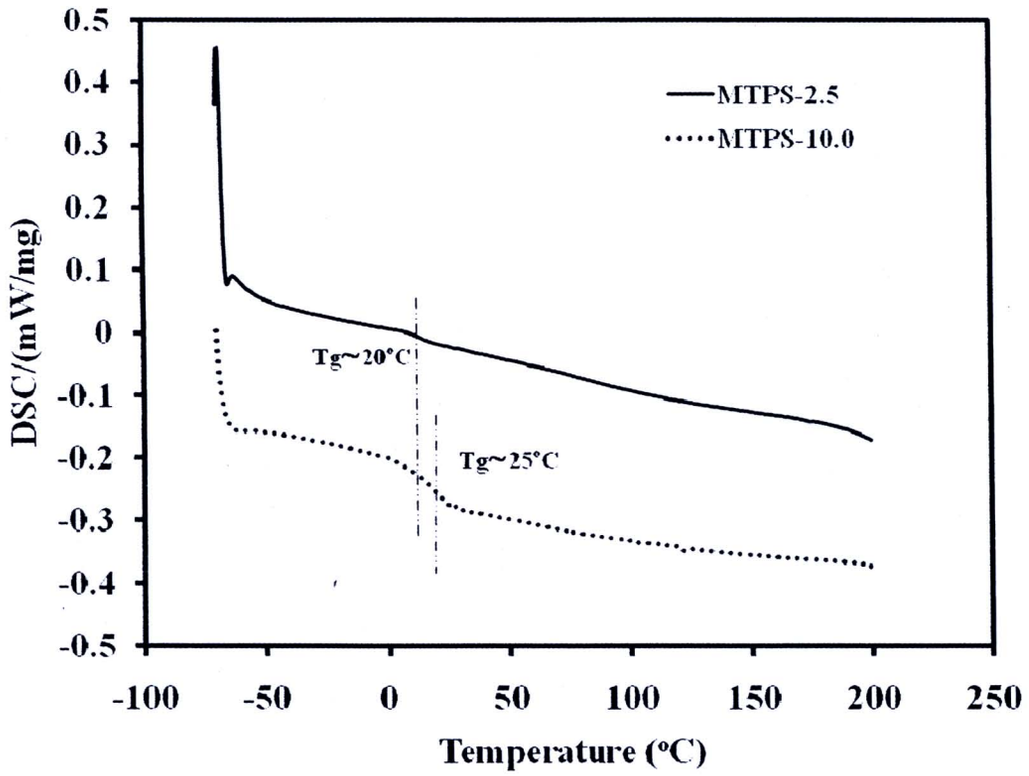
รูปที่ ก.3 สเปคตรัม FTIR ของ MTPS-10.0 บริเวณตำแหน่ง O-H Stretch และ Alkyl C-H Stretch

ภาคผนวก ข.

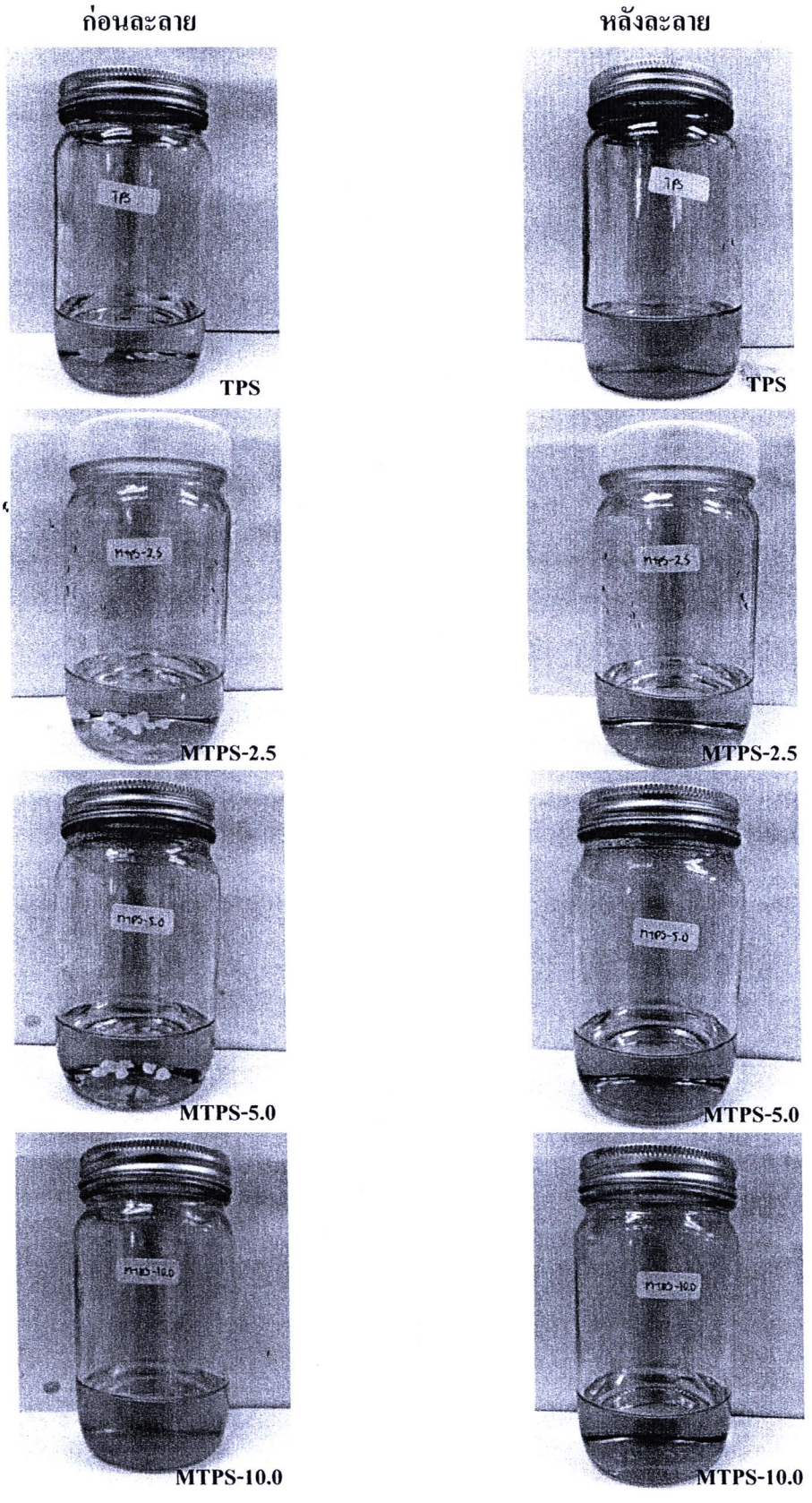
DMTA, DSC เทอร์โมแกรมและภาพถ่ายการละลายของ TPS และ MTPS



รูปที่ ข.1 DMTA เทอร์โมแกรมของ TPS และ MTPS ที่ผ่านการดัดแปลงด้วยมาเลอิคแอนไฮไดรด์ ปริมาณ 1.0 pph (MTPS-1.0) และ 2.5 pph (MTPS-2.5)



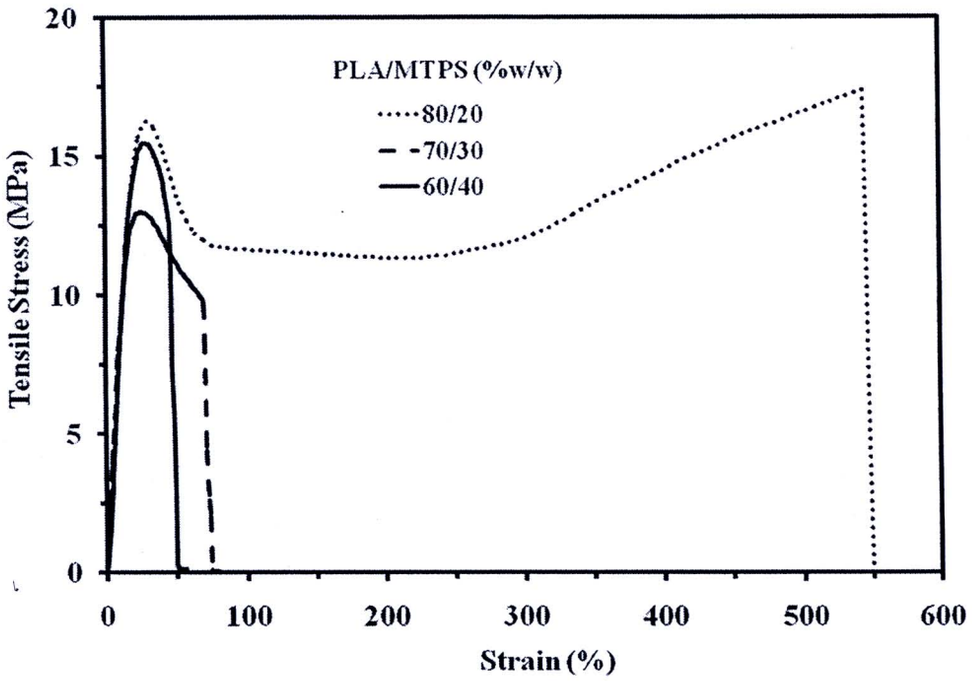
รูปที่ ข.2 DSC เทอร์โมแกรมของ TPS และ MTPS ที่ดัดแปลงด้วยมาเลอิคแอนไฮไดรด์ปริมาณ 2.5 pph (MTPS-2.5) และ 10.0 pph (MTPS-10.0)



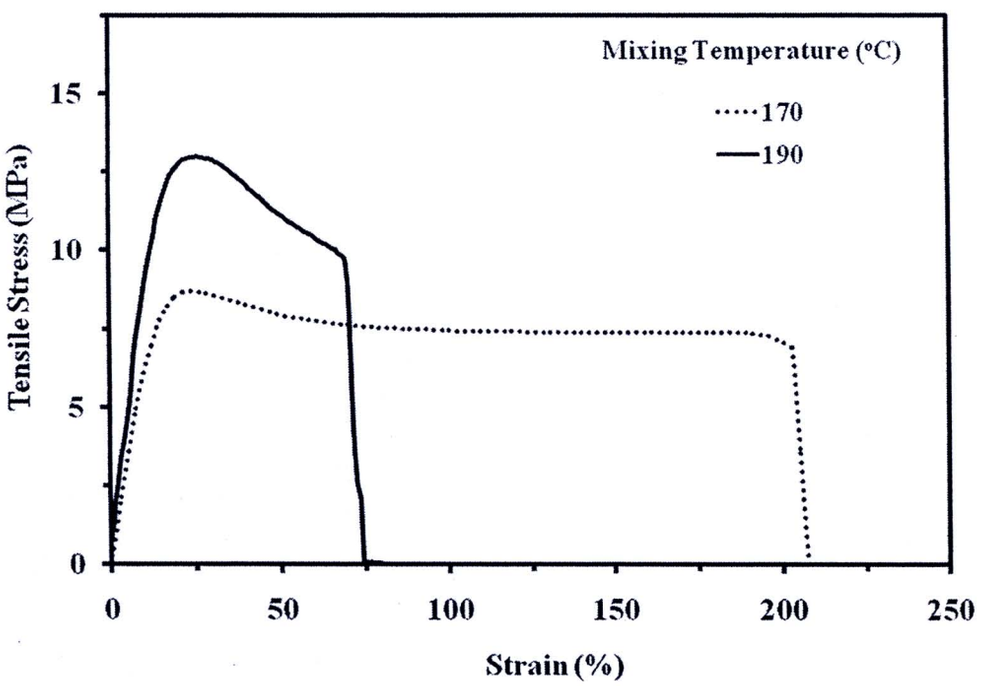
รูปที่ ข.3 ภาพถ่ายสารละลาย TPS และ MTPS ชนิดต่างๆในตัวทำละลาย DMSO เป็นเวลา 12 ชั่วโมง ณ อุณหภูมิห้อง

ภาคผนวก ค.

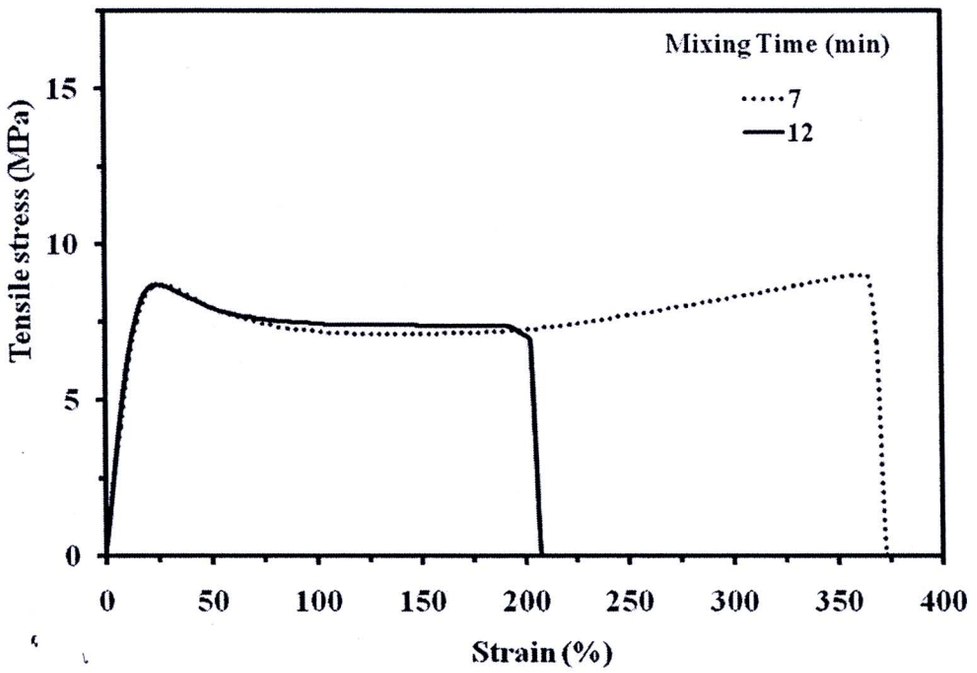
กราฟความเค้นแรงดึงกับความเครียดยืดดึงของพอลิเมอร์ผสม PLA/MTPS



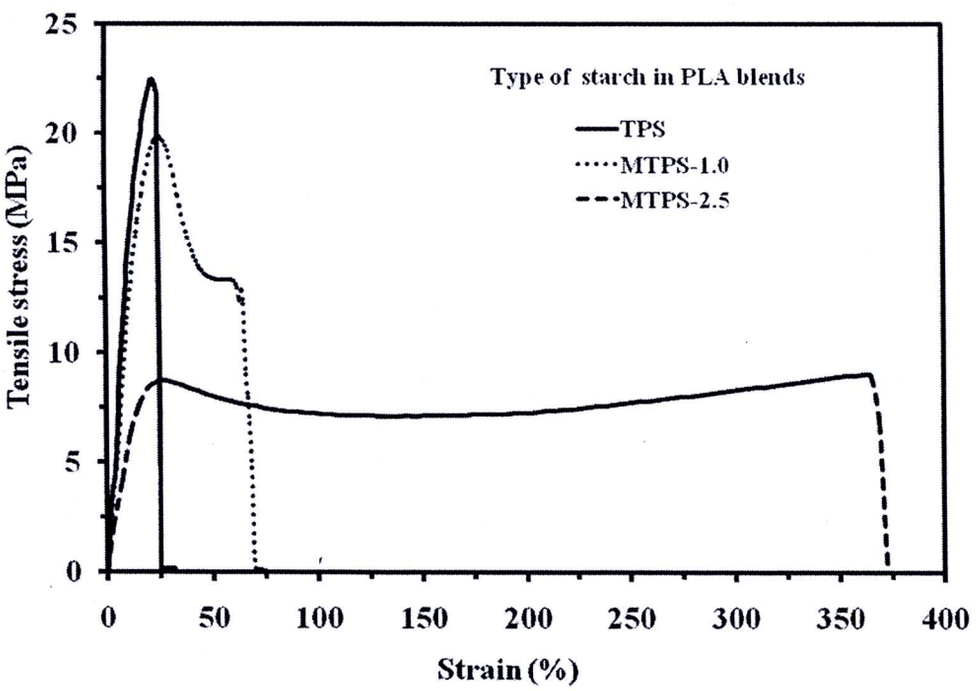
รูปที่ ค.1 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างความเค้นแรงดึงกับความเครียดยืดดึงของพอลิเมอร์ผสม PLA/MTPS-2.5 ที่อุณหภูมิ 190 องศาเซลเซียส เวลา 12 นาที สัดส่วนการผสม MTPS ร้อยละ 20 - 40 โดยน้ำหนัก



รูปที่ ค.2 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างความเค้นแรงดึงกับความเครียดยืดดึงของพอลิเมอร์ผสม PLA/MTPS-2.5 (สัดส่วนการผสม 70/30) ที่เวลา 12 นาที โดยศึกษาผลของอุณหภูมิในการผสมที่ 170 และ 190 องศาเซลเซียส



รูปที่ ค.3 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างความเค้นแรงดึงกับความเครียดยืดดึงของพอลิเมอร์ผสม PLA/MTPS-2.5 (สัดส่วนการผสม 70/30) ที่อุณหภูมิ 170 องศาเซลเซียส โดยศึกษาผลของเวลาในการผสมที่ 7 และ 12 นาที



รูปที่ ค.4 ความเค้นแรงดึงกับความเครียดยืดดึงของพอลิเมอร์ผสม PLA/MTPS-2.5, PLA/MTPS-1.0 และ PLA/TPS (สัดส่วน 70/30)

ภาคผนวก ง.

การวิเคราะห์ราคาของ MTPS และราคาพอลิเมอร์ผสม

ราคาของวัสดุที่ใช้เป็นวัตถุดิบในการผลิต

1.	แป้งมันสำปะหลัง	กิโลกรัมละ	50	บาท
2.	PLA	กิโลกรัมละ	200	บาท
3.	กลีเซอรอล	กิโลกรัมละ	200	บาท
4.	กลีเซอรอลไตรอะซิเทต	กิโลกรัมละ	700	บาท
5.	มาเลอิคแอนไฮไดรด์	กิโลกรัมละ	1,750	บาท
6.	Luperox peroxide (L231)	กิโลกรัมละ	n/a	บาท

หมายเหตุ n/a หาไม่ซื้อไม่ได้ เนื่องจากไม่มีการผลิตใช้งานแล้ว (ขอความอนุเคราะห์จาก Arkema Co.Ltd.)

1.1 PLA มาสเตอร์แบช

- ผสมด้วยเครื่องผสมระบบปิด (โดย 1 batch สามารถบรรจุได้ 390 กรัม)
- เติมกลีเซอรอลไตรอะซิเทต 50 pph

ดังนั้น จะใช้ PLA 260 กรัม และกลีเซอรอลไตรอะซิเทต 130 กรัม

คำนวณ

PLA	1,000	กรัม	ราคา	200	บาท
PLA	260	กรัม	ราคา	52	บาท

กลีเซอรอลไตรอะซิเทต	1,000	กรัม	ราคา	700	บาท
กลีเซอรอลไตรอะซิเทต	130	กรัม	ราคา	91	บาท

ดังนั้น PLA มาสเตอร์แบช 350 กรัม ราคา 52 + 91 = 143 บาท

PLA มาสเตอร์แบช 1,000 กรัม ราคา 409 บาท

1.2 PLA คอมปาวด์

- ผสมด้วยเครื่องอัดรีดแบบสกรูคู่ (คำนวณจากแบชละ 1,000 กรัม)
- ทำการเจือจาง PLA มาสเตอร์แบช ให้มีความเข้มข้นเป็น 15 pph และเติม Luperox peroxide (L231) 0.75 pph

ดังนั้น ใน 1,000 กรัม จะต้องใช้ PLA 700 กรัม PLA มาสเตอร์แบช 450 กรัม และ Luperox peroxide (L231) 7.5 กรัม

คำนวณ

PLA	1,000	กรัม	ราคา	200	บาท
PLA	700	กรัม	ราคา	140	บาท

PLA มาสเตอร์แบช 1,000 กรัม ราคา 409 บาท

PLA มาสเตอร์แบช 450 กรัม ราคา 184 บาท

Luperox peroxide (L231) 1,000 กรัม ราคา n/a บาท

เนื่องจากใช้ในการผสมจำนวนน้อยจึงไม่นำมาคำนวณราคา

ดังนั้น PLA คอมปาวด์ 1,000 กรัม ราคา 140 + 184 = 327 บาท

PLA คอมปาวด์ 1,000 กรัม ราคา 327 บาท

1.3 MTPS-2.5

- ผสมด้วยเครื่องผสมระบบปิด (โดย 1 batch สามารถบรรจุได้ 350 กรัม)
- สัดส่วนผสมระหว่างแป้งกับกลีเซอรอลเท่ากับ 75 : 25

ดังนั้น จะใช้แป้ง 262.5 กรัม และมีกลีเซอรอล 87.5 กรัม

คำนวณ

แป้ง 1,000 กรัม ราคา 50 บาท

แป้ง 262.5 กรัม ราคา 13.125 บาท

กลีเซอรอล 1,000 กรัม ราคา 200 บาท

กลีเซอรอล 87.5 กรัม ราคา 17.5 บาท

มาเลอิคแอนไฮไดรด์ 1,000 กรัม ราคา 1,750 บาท

มาเลอิคแอนไฮไดรด์ (2.5 pph) 6.56 กรัม ราคา 11.48 บาท

ดังนั้น MTPS-2.5 350 กรัม ราคา 13.125 + 17.5+ 11.48 = 42.105 บาท

MTPS-2.5 1,000 กรัม ราคา 120 บาท

1.4 พอลิเมอร์ผสมระหว่าง PLA คอมปาวด์กับ MTPS-2.5

- ผสมด้วยเครื่องผสมระบบปิด (โดย 1 batch สามารถบรรจุได้ 350 กรัม)
- สัดส่วนผสมระหว่างแป้งกับกลีเซอรอลเท่ากับ 70 : 30

ดังนั้น จะใช้แป้ง 245 กรัม และมีกลีเซอรอล 105 กรัม

คำนวณ

PLA คอมปาวด์ 1,000 กรัม ราคา 327 บาท

PLA คอมปาวด์ 245 กรัม ราคา 80 บาท

MTPS-2.5	1,000	กรัม	ราคา	120.0 บาท
MTPS-2.5	105	กรัม	ราคา	12.6 บาท

ดังนั้น พอลิเมอร์ผสม PLA/MTPS-2.5 350 กรัม ราคา 80 + 12.6 = 92.6 บาท

พอลิเมอร์ผสม PLA/MTPS-2.5 1,000 กรัม ราคา 265 บาท

สรุปราคาของวัสดุที่ทำการดัดแปลง

1. PLA คอมปาวด์	**กิโลกรัมละ**	**327**	**บาท**
2. MTPS-2.5	**กิโลกรัมละ**	**120**	**บาท**
3. PLA/MTPS-2.5	**กิโลกรัมละ**	**265**	**บาท**

พอลิเมอร์ผสม PLA/MTPS-2.5 ในอัตราส่วนผสมระหว่าง PLA คอมปาวด์กับ MTPS (70:30) ราคากิโลกรัมละ 265 บาท จะเห็นว่าเมื่อเทียบกับ PLA คอมปาวด์ ราคากิโลกรัมละ 327 บาท พอลิเมอร์ผสมดังกล่าวจะมีราคาที่ต่ำกว่าแต่ยังมีสมบัติการทนแรงดึงที่สูง อย่างไรก็ตาม เมื่อเปรียบเทียบกับ PLA พบว่าราคาสูงกว่าเล็กน้อย แต่มีสมบัติทนแรงดึงที่ดีกว่า

ประวัติผู้วิจัย

ชื่อ-นามสกุล	นายนัตตุลา วงศ์ตั๊ะ
วัน เดือน ปีเกิด	11 ตุลาคม 2529
ประวัติการศึกษา	
ระดับมัธยมศึกษา	โรงเรียนสามัคคีวิทยาคม พ.ศ. 2547
ระดับปริญญาตรี	วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาปิโตรเคมีและวัสดุพอลิเมอร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยศิลปากร พ.ศ. 2551
ระดับปริญญาโท	วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีวัสดุ คณะพลังงานสิ่งแวดล้อมและวัสดุ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี พ.ศ. 2554
ทุนวิจัย	ทุนโครงการจากสถาบันวิจัยและเทคโนโลยี ปตท.
ผลงานที่ได้รับการตีพิมพ์	นัตตุลา วงศ์ตั๊ะ ณรงค์ฤทธิ์ สมบัติสมภพ อภิสิทธิ์ โฆษิตชัยยงค์ และจตุพร วุฒิกนกกาญจน์, 2554, "ผลของเวลาและอุณหภูมิในการผสมที่มีต่อสมบัติและความเข้ากันได้ของพอลิเมอร์ผสมพอลิแลคติกแอซิดกับแป้งเทอร์โมพลาสติกมาลิเอต", **การประชุมวิชาการวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ครั้งที่ 9 "วิทยาศาสตร์และวิทยาศาสตร์เพื่อสุขภาพ"**, 30 ก.ย. – 1 ต.ค. 2554, จังหวัดกรุงเทพฯ

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี

ข้อตกลงว่าด้วยการโอนสิทธิในทรัพย์สินทางปัญญาของนักศึกษาระดับบัณฑิตศึกษา

วันที่ 25 ตุลาคม 2554

ข้าพเจ้า นายนัตตุลา วงศ์ตัะ รหัสประจำตัว 52401008

เป็นนักศึกษาของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี ระดับปริญญา ☑ โท ☐ ปร.ค.

หลักสูตร วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีวัสดุ คณะพลังงานสิ่งแวดล้อมและวัสดุ

อยู่บ้านเลขที่ A95 หมู่ 11 ตรอก/ซอย ราชพฤกษ์ ถนน เชียงราย-เทิง

ตำบล/แขวง สันทราย อำเภอ/เขต เมือง จังหวัด เชียงราย

รหัสไปรษณีย์ 57000 เป็น"ผู้โอน"ขอโอนสิทธิในทรัพย์สินทางปัญญาให้ไว้กับมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี โดยมี ดร. พัฒนะ รักความสุข ตำแหน่ง คณบดีคณะพลังงานสิ่งแวดล้อมและวัสดุ เป็นตัวแทน "ผู้รับโอน" สิทธิในทรัพย์สินทางปัญญาและมีข้อตกลง ดังนี้

1. ข้าพเจ้าได้จัดทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง "การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างโครงสร้างกับสมบัติของพอลิเมอร์ผสมพอลิแลคติกแอซิดกับแป้งเทอร์โมพลาสติกมาลิเอต"

ซึ่งอยู่ในความควบคุมของ รศ.ดร.จตุพร วุฒิกนกกาญจน์, ศ. ดร. ณรงค์ฤทธิ์ สมบัติสมภพ ตามพระราชบัญญัติลิขสิทธิ์ พ.ศ. 2537 และถือว่าเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี

2. ข้าพเจ้าตกลงโอนลิขสิทธิ์จากผลงานทั้งหมดที่เกิดขึ้นจากการสร้างสรรค์ของข้าพเจ้าในวิทยานิพนธ์ให้กับมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี ตลอดอายุแห่งการคุ้มครองลิขสิทธิ์ตามพระราชบัญญัติลิขสิทธิ์ พ.ศ. 2537 ตั้งแต่วันที่ได้รับอนุมัติโครงร่างวิทยานิพนธ์จากมหาวิทยาลัย

3. ในกรณีที่ข้าพเจ้าประสงค์จะนำวิทยานิพนธ์ไปใช้ในการเผยแพร่ในสื่อใดๆ ก็ตาม ข้าพเจ้าจะต้องระบุว่าวิทยานิพนธ์เป็นผลงานของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรีทุกครั้งที่มีการเผยแพร่

4. ในกรณีที่ข้าพเจ้าประสงค์จะนำวิทยานิพนธ์ไปเผยแพร่ หรือให้ผู้อื่นทำซ้ำหรือดัดแปลงหรือเผยแพร่ต่อสาธารณชนหรือกระทำการอื่นใด ตามพระราชบัญญัติลิขสิทธิ์ พ.ศ. 2537 โดยมีค่าตอบแทนในเชิงธุรกิจ ข้าพเจ้าจะกระทำได้เมื่อได้รับความยินยอมเป็นลายลักษณ์อักษรจากมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรีก่อน

5. ในกรณีที่ข้าพเจ้าประสงค์จะนำข้อมูลจากวิทยานิพนธ์ไปประดิษฐ์หรือพัฒนาต่อยอดเป็นสิ่งประดิษฐ์หรืองานทรัพย์สินทางปัญญาประเภทอื่น ภายในระยะเวลาสิบ (10) ปีนับจากวันลงนามในข้อตกลงฉบับนี้ ข้าพเจ้าจะกระทำได้เมื่อได้รับความยินยอมเป็นลายลักษณ์อักษรจากมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี และมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรีมีสิทธิในทรัพย์สินทางปัญญานั้น พร้อมกับได้รับชำระค่าตอบแทนการอนุญาตให้ใช้สิทธิดังกล่าว รวมถึงการจัดสรรผลประโยชน์อันพึงเกิดจากส่วนใดส่วนหนึ่งหรือทั้งหมดของวิทยานิพนธ์ในอนาคต โดยให้เป็นไปตามระเบียบสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี ว่าด้วยการบริหารผลประโยชน์อันเกิดจากทรัพย์สินทางปัญญา พ.ศ. 2538

6. ในกรณีที่มีผลประโยชน์เกิดขึ้นจากวิทยานิพนธ์หรืองานทรัพย์สินทางปัญญาอื่นที่ข้าพเจ้าทำขึ้นโดยมีมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรีเป็นเจ้าของ ข้าพเจ้าจะมีสิทธิได้รับการจัดสรรผลประโยชน์อันเกิดจากทรัพย์สินทางปัญญาดังกล่าวตามอัตราที่กำหนดไว้ในระเบียบสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี ว่าด้วยการบริหารผลประโยชน์อันเกิดทรัพย์สินทางปัญญา พ.ศ. 2538

ได้ทุนวิจัยจากพอลิแลกติกแอซิด แป้ง และสารเคมี (ปต.ท.)

ลงชื่อ.....ผู้โอนลิขสิทธิ์
(นายนัตตุลา วงศ์ตัะ)
ลงชื่อ.....ผู้รับโอนลิขสิทธิ์
(ดร. พัฒนะ รักความสุข)
ลงชื่อ.....พยาน
(รศ .ดร. จตุพร วุฒิกนกกาญจน์)
ลงชื่อ.....พยาน
(ศ. ดร. ณรงค์ฤทธิ์ สมบัติสมภพ)